

10/524967
PCT/FR 2004/050295

REC'D 13 SEP 2004	
WIPO	PCT

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 23 JUIN 2004

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS
CONFORMÉMENT À LA
RÈGLE 17.1.a) OU b)

BEST AVAILABLE COPY

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*03

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 1/2

BR1

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 • W / 210502

REMISE DES PIÈCES DATE 27 JUIN 2003 LIEU 75 INPI PARIS B N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 27 JUIN 2003 Vos références pour ce dossier (facultatif) B 14364.3 JCI DD 2528		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE BREVATOME 3, rue du Docteur Lancereaux 75008 PARIS 422-5 S/002	
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE		Cochez l'une des 4 cases suivantes	
Demande de brevet <input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale N° _____ Date _____		N° _____ Date _____	
ou demande de certificat d'utilité initiale N° _____ Date _____		N° _____ Date _____	
Transformation d'une demande de brevet européen Demande de brevet initiale <input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
N° _____ Date _____		N° _____ Date _____	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) Procédé de reconstruction d'une image hémigraphique par une méthode analytique supplantant une utilisation médiatisée du visuel de l'objet.			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale		COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE	
Prénoms		Etablissement Public de Caractère Scientifique, Technique et Industriel	
Forme juridique		_____	
N° SIREN		_____	
Code APE-NAF		_____	
Domicile ou siège	Rue	31-33, rue de la Fédération	
	Code postal et ville	75 517 52 PARIS 15ème	
	Pays	FRANCE	
Nationalité		française	
N° de téléphone (facultatif)		N° de télécopie (facultatif)	
Adresse électronique (facultatif)		<input checked="" type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	

Remplir impérativement la 2^{ème} page



26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354*03

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 1/2



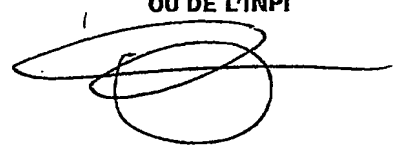
Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

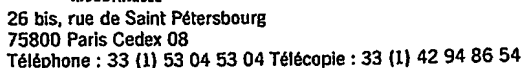
DB 540 • W / 210502

REMISE DES PIÈCES DATE 29 JUIN 2003 LIEU N° D'ENREGISTREMENT 75 INPI PARIS B NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE 03 07 84 8 PAR L'INPI		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE BREVATOME 3, rue du Docteur Lancereaux 75008 PARIS 422-5 S/002	
Vos références pour ce dossier (facultatif) B 14364.3/JCI DD 2528			
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
2 NATURE DE LA DEMANDE Cochez l'une des 4 cases suivantes			
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N° _____ Date _____	
ou demande de certificat d'utilité initiale		N° _____ Date _____	
Transformation d'une demande de brevet européen		<input type="checkbox"/>	
Demande de brevet initiale		N° _____ Date _____	
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCEDE DE RECONSTRUCTION D'UNE IMAGE TOMOGRAPHIQUE PAR UNE METHODE ANALYTIQUE COMPRENANT UNE MODELISATION AMELIOREE DU MOUVEMENT DE L'OBJET.			
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation, _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation, _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation, _____ N° _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale		COMMISSARIAT A L' ENERGIE ATOMIQUE	
Prénoms			
Forme juridique		Etablissement de caractère Scientifique, Technique et Industriel	
N° SIREN		_____	
Code APE-NAF		_____	
Domicile ou siège	Rue	31-33 rue de la Fédération	
	Code postal et ville	75 15 2 PARIS 15ème	
	Pays	FRANCE	
Nationalité		FRANCAISE	
N° de téléphone (facultatif)		N° de télécopie (facultatif) 0	
Adresse électronique (facultatif)			
<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

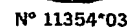
REMISE DES PIÈCES
DATE **27 JUIN 2003**
LIEU **75 INPI PARIS B**
N° D'ENREGISTREMENT **0307848**
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DB 540 W / 210502

6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)		
Nom	LEHU	
Prénom	Jean	
Cabinet ou Société	BREVATOME	
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel	PG 7068	
Adresse	Rue	3, rue du Docteur Lancereaux
	Code postal et ville	75 010 18 PARIS
	Pays	FRANCE
N° de téléphone (facultatif)	01 53 83 94 00	
N° de télécopie (facultatif)	01 45 63 83 33	
Adresse électronique (facultatif)	brevets.patents@brevaalex.com	
7 INVENTEUR (S)		Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)
8 RAPPORT DE RECHERCHE		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG [] [] [] [] []
10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS		<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences
Le support électronique de données est joint		<input type="checkbox"/>
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe		<input type="checkbox"/>
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		1
11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI
J. LEHU		



Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



Page suite N° 1.../1...

BR/SUITE

REMISE DES PIÈCES DATE 27 JUIN 2003 LIEU 75 INPI PARIS B N° D'ENREGISTREMENT 0307848 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire DB 829 @ W / 010702	
Vos références pour ce dossier (facultatif)		B 14364.3 JCI DD-2528	
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date Pays ou organisation Date Pays ou organisation Date	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale		CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE	
Prénoms			
Forme juridique			
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Domicile ou siège		Rue 3, rue Michel Ange Code postal et ville 75004 PARIS CEDEX 16 Pays FRANCE	
Nationalité		française	
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale			
Prénoms			
Forme juridique			
N° SIREN			
Code APE-NAF			
Domicile ou siège		Rue Code postal et ville Pays	
Nationalité			
N° de téléphone (facultatif)			
N° de télécopie (facultatif)			
Adresse électronique (facultatif)			
11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI	

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire. Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI

REMISE DES PIÈCES DATE LIEU N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI		Réservé à l'INPI
6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)		
Nom		LEHU
Prénom		Jean
Cabinet ou Société		BREVATOME 422.5/S002
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		7068 du 12.06.98
Adresse	Rue	3, rue du Docteur Lancereaux
	Code postal et ville	75 008 PARIS
	Pays	FRANCE
N° de téléphone (facultatif)		01 53 83 94 00
N° de télécopie (facultatif)		01 45 63 83 33
Adresse électronique (facultatif)		brevets.patents@brevaalex.com
7 INVENTEUR(S)		
Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques		
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)
8 RAPPORT DE RECHERCHE		
Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)		
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> Établissement différé
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)		Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES		
Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG		
10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS		
<input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences		
Le support électronique de données est joint		<input type="checkbox"/>
La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe		<input type="checkbox"/>
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		
11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)		VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI
J. LEHU		

PROCEDE DE RECONSTRUCTION D'UNE IMAGE TOMOGRAPHIQUE PAR
UNE METHODE ANALYTIQUE COMPRENANT UNE MODELISATION
AMELIOREE DU MOUVEMENT DE L'OBJET.

5

DESCRIPTION

Le sujet de cette invention est un procédé de reconstruction d'une image tomographique, du genre analytique et dans lequel on recourt à une modélisation perfectionnée du mouvement de l'objet afin de réduire les artéfacts de l'image.

La reconstruction d'images en tomographie implique l'utilisation d'un rayonnement traversant l'objet. Dans de nombreux cas, le rayonnement est un rayonnement d'irradiation partiellement atténué par les points de l'objet qu'il traverse ; il arrive aussi que les lignes de rayonnement soient fictives et correspondent simplement à des lignes de collimation des détecteurs, qui enregistrent une émission de particules dans l'objet. Les premiers de ces procédés sont les procédés radiographiques, et les autres des procédés émissifs, réservés plutôt aux êtres vivants et dans lesquels le rayonnement est produit par un corps émissif qu'ils ont absorbé auparavant. Quoique les deux familles de procédés soient complètement différentes, la plupart des procédés de reconstruction d'images s'appliquent aux deux, et c'est le cas aussi de l'invention.

Un rayonnement divergeant est souvent préféré pour englober plus facilement l'objet étudié. Dans le cas d'un rayonnement d'irradiation atténué par

PROCEDE DE RECONSTRUCTION D'UNE IMAGE
TOMOGRAPHIQUE PAR UNE METHODE ANALYTIQUE COMPRENANT UNE
MODELISATION AMELIOREE DU MOUVEMENT DE L'OBJET.

5

DESCRIPTION

Le sujet de cette invention est un procédé de reconstruction d'une image tomographique, du genre analytique et dans lequel on recourt à une modélisation perfectionnée du mouvement de l'objet afin de réduire les artéfacts de l'image.

La reconstruction d'images en tomographie implique l'utilisation d'un rayonnement traversant l'objet. Dans de nombreux cas, le rayonnement est un rayonnement d'irradiation partiellement atténué par les points de l'objet qu'il traverse ; il arrive aussi que les lignes de rayonnement soient fictives et correspondent simplement à des lignes de collimation des détecteurs, qui enregistrent une émission de particules dans l'objet. Les premiers de ces procédés sont les procédés radiographiques, et les autres des procédés émissifs, réservés plutôt aux êtres vivants et dans lesquels le rayonnement est produit par un corps émissif qu'ils ont absorbé auparavant. Quoique les deux familles de procédés soient complètement différentes, la plupart des procédés de reconstruction d'images s'appliquent aux deux, et c'est le cas aussi de l'invention.

Un rayonnement divergeant est souvent préféré pour englober plus facilement l'objet étudié. Dans le cas d'un rayonnement d'irradiation atténué par l'objet,

l'objet, on y parvient en disposant une source émissive à un foyer ponctuel près de l'objet et un réseau de détecteurs du côté opposé de l'objet, qui sont tous collimatés vers la source ; dans le cas d'un rayonnement émis par l'objet, un réseau similaire de 5 détecteurs est mis en collimation vers un foyer qui correspond géométriquement à la source ponctuelle précédente, mais à aucun objet matériel. Dans tous les cas, le foyer et le réseau de détecteur sont déplacés 10 autour de l'objet en en prenant des vues successives, et pour chacune des vues, les détecteurs mesurent des sommes de la propriété d'atténuation ou d'émission le long de lignes de collimation, qu'on appelle des projections de l'image de l'objet. Quand un nombre 15 suffisant de vues a été pris, on dispose d'un grand nombre de projections s'entrecroisant à travers l'objet. Le problème mathématique dit d'inversion du système ou de ~~de~~ rétro-projection permet d'obtenir la propriété d'atténuation ou d'émission, qui sert à 20 former l'image, à chacun des points de l'objet à partir des sommes de propriétés sur les projections. Il peut être représenté par un système linéaire d'équations où les valeurs connues au départ sont les mesures prises par les détecteurs aux différents emplacements et les 25 inconnues sont les valeurs de la propriété aux différents points de l'objet. Certaines méthodes de reconstruction dites algébriques reviennent effectivement à une inversion de ce système ; il existe cependant d'autres méthodes dites analytiques, où la 30 valeur de la propriété à chaque point est calculée

on y parvient en disposant une source émissive à un foyer ponctuel près de l'objet et un réseau de détecteurs du côté opposé de l'objet, qui sont tous collimatés vers la source ; dans le cas d'un
5 rayonnement émis par l'objet, un réseau similaire de détecteurs est mis en collimation vers un foyer qui correspond géométriquement à la source ponctuelle précédente, mais à aucun objet matériel. Dans tous les cas, le foyer et le réseau de détecteurs sont déplacés
10 autour de l'objet en en prenant des vues successives, et pour chacune des vues, les détecteurs mesurent des sommes de la propriété d'atténuation ou d'émission le long de lignes de collimation, qu'on appelle des projections de l'image de l'objet. Quand un nombre
15 suffisant de vues a été pris, on dispose d'un grand nombre de projections s'entrecroisant à travers l'objet. Le problème mathématique dit d'inversion du système permet d'obtenir la propriété d'atténuation ou d'émission, qui sert à former l'image, à chacun des
20 points de l'objet à partir des sommes de propriétés sur les projections. Il peut être représenté par un système linéaire d'équations où les valeurs connues au départ sont les mesures prises par les détecteurs aux différents emplacements et les inconnues sont les
25 valeurs de la propriété aux différents points de l'objet. Certaines méthodes de reconstruction dites algébriques reviennent effectivement à une inversion de ce système ; il existe cependant d'autres méthodes dites analytiques, où la valeur de la propriété à
30 chaque point est calculée directement à partir d'une

directement à partir d'une combinaison mathématique des projections. L'invention est l'une d'entre elles.

Un domaine privilégié de la tomographie est l'étude des être vivants pour la médecine. Comme
 5 plusieurs vues successives doivent être prises, l'objet étudié est susceptible de se déplacer entre elles. Les ^{selon une loi générale} différentes vues représentent donc des états différents de l'objet, et des artéfacts de reconstruction ne peuvent qu'apparaître sur l'image reconstruite.

10 Des procédés pour échapper à ce problème permanent consistent à prendre toutes les vues à la fois avec autant de sources et de réseau de détecteurs, ou à ne prendre des vues de l'objet qu'à des états
 15 mouvement est périodique comme le sont certaines activités physiologiques comme les battements du cœur ou la respiration ; le premier de ces procédés est cependant dispendieux et le second est délicat à mettre en œuvre convenablement.

20 C'est pourquoi on a aussi entrepris d'incorporer des modèles numériques du mouvement de l'objet ^{reflétant la loi générale d'oscillation de l'objet} dans le procédé de reconstruction. Le modèle revient généralement à une collection de champs de déplacements des points de l'objet aux instants
 25 respectifs où les vues sont prises. Il peut être établi par d'autres mesures ou par certaines hypothèses. Plusieurs genres de modèles ont déjà été proposés, mais ils présentent en général des insuffisances. C'est ainsi que le brevet US A 5 287 276, appliqué à l'étude
 30 de la cage thoracique, considère les translations et les dilatations de son contenu, mais ce modèle est

combinaison mathématique des projections. L'invention est l'une d'entre elles.

Un domaine privilégié de la tomographie est l'étude des être vivants pour la médecine. Comme
5 plusieurs vues successives doivent être prises, l'objet étudié est susceptible de se déplacer entre elles selon une loi générale d'évolution. Les différentes vues représentent donc des états différents de l'objet, et des artéfacts de reconstruction ne peuvent
10 qu'apparaître sur l'image reconstruite.

Des procédés pour échapper à ce problème permanent consistent à prendre toutes les vues à la fois avec autant de sources et de réseau de détecteurs, ou à ne prendre des vues de l'objet qu'à des états
15 identiques de celui-ci, ce qui est possible si son mouvement est périodique comme le sont certaines activités physiologiques comme les battements du cœur ou la respiration ; le premier de ces procédés est cependant dispendieux et le second est délicat à mettre
20 en œuvre convenablement.

C'est pourquoi on a aussi entrepris d'incorporer des modèles numériques du mouvement de l'objet reflétant la loi générale d'évolution de l'objet dans le procédé de reconstruction. Le modèle
25 revient généralement à une collection de champs de déplacements des points de l'objet aux instants respectifs où les vues sont prises. Il peut être établi par d'autres mesures ou par certaines hypothèses. Plusieurs genres de modèles ont déjà été proposés, mais
30 ils présentent en général des insuffisances. C'est ainsi que le brevet US A 5 287 276, appliqué à l'étude

insuffisant pour d'autres mouvements comme celui du cœur, qui comprend une torsion. De plus, les jeux de projections utilisés pour appliquer la formule d'inversion ne sont pas connus rigoureusement, ce qui
 5 peut permettre de nouveaux artéfacts.

Le procédé de l'invention ^{élaboré} présente les avantages d'utiliser un modèle plus développé mais aussi très simple du mouvement de l'objet, comprenant de nouvelles classes de mouvements, et de recourir à
 10 une formule d'inversion nouvelle et parfaitement exacte.

De plus, il est facile d'obtenir les jeux de projections nécessaires et seulement nécessaires à la reconstruction des points de l'image.

15 Des généralisations à des situations plus complexes sont aussi proposées.

~~Pour résumer, l'invention concerne sous sa forme la plus générale un procédé de reconstruction d'une image.~~

20 Les figures suivantes sont introduites pour l'explication de l'invention :

- la figure 1 illustre la prise des mesures de l'objet étudié,

- la figure 2 illustre une représentation
 25 équivalente l'objet étant maintenu à un état de référence,

- les figures 3a, 3b, et 3c illustrent un cas complexe de déformation de l'objet,

- la figure 4 ~~et~~ ^{est} analogue à la figure 2
 30 dans le cas complexe,

de la cage thoracique, considère les translations et les dilatations de son contenu, mais ce modèle est insuffisant pour d'autres mouvements comme celui du cœur, qui comprend une torsion. De plus, les jeux de
5 projections utilisés pour appliquer la formule d'inversion ne sont pas connus rigoureusement, ce qui peut permettre de nouveaux artéfacts.

Le procédé de l'invention présente les avantages d'utiliser un modèle plus élaboré mais aussi
10 très simple du mouvement de l'objet, comprenant de nouvelles classes de mouvements, et de recourir à une formule d'inversion nouvelle et parfaitement exacte.

De plus, il est facile d'obtenir les jeux de projections nécessaires et seulement nécessaires à la
15 reconstruction des points de l'image.

Des généralisations à des situations plus complexes sont aussi proposées.

Les figures suivantes sont introduites pour l'explication de l'invention :

20 - la figure 1 illustre la prise des mesures de l'objet étudié,

- la figure 2 illustre une représentation équivalente l'objet étant maintenu à un état de référence,

25 - les figures 3a, 3b, et 3c illustrent un cas complexe de déformation de l'objet,

- la figure 4 est analogue à la figure 2 dans le cas complexe,

30 - la figure 5 illustre une prise de mesures avec un rayonnement conique,

et les figures 6, 7 et 8 sont des variantes
de ces modes de réalisation de l'invention.

- et la figure 5 illustre une prise de
mesures avec un rayonnement conique,

On aborde maintenant les figures. La
première d'entre elles illustre la situation classique
5 en tomographie d'une source S de rayonnement et d'un
réseau de détecteurs D mobile de concert sur des
trajectoires circulaires concentriques à des positions
opposées autour d'un objet E à étudier. Des rayons R
joignent la source S aux détecteurs respectifs du
10 réseau D. On considère ici un problème géométrique
plan, qui correspond aux conditions de mesures dites en
éventail parallèle où l'étude de l'objet E est faite
par tranches superposées. Les procédés impliquant un
rayonnement conique sont aussi usuels et seront
15 examinés plus loin. L'invention a été conçue pour des
rayonnements divergents en général, qui englobent aussi
ces derniers.

La trajectoire T de la source S et
l'ouverture du faisceau de rayonnement sont
20 généralement choisies pour que celui-ci englobe toute
la section de l'objet E.

Considérons un point P de l'objet E. Un
rayon unique provenant de la source S le traverse quand
une vue est prise, et d'autres rayons R2, R3, etc. le
25 traversent de même pour d'autres positions S2, S3, etc.
de la source S quand d'autres vues sont prises. Ces
rayons passant par le point P sont utilisés pour
déterminer l'image du point P dans le procédé
d'inversion. Il est utile que les rayons considérés
30 soient orientés dans des directions aussi variées que

- et les figures 6, 7 et 8 sont des organigrammes de trois modes de réalisation de l'invention.

On aborde maintenant les figures. La première
5 d'entre elles illustre la situation classique en tomographie d'une source S de rayonnement et d'un réseau de détecteurs D mobile de concert sur des trajectoires circulaires concentriques à des positions opposées autour d'un objet E à étudier. Des rayons R
10 joignent la source S aux détecteurs respectifs du réseau D. On considère ici un problème géométrique plan, qui correspond aux conditions de mesures dites en éventail parallèle où l'étude de l'objet E est faite par tranches superposées. Les procédés impliquant un
15 rayonnement conique sont aussi usuels et seront examinés plus loin. L'invention a été conçue pour des rayonnements divergents en général, qui englobent aussi ces derniers.

La trajectoire T de la source S et l'ouverture
20 du faisceau de rayonnement sont généralement choisies pour que celui-ci englobe toute la section de l'objet E.

Considérons un point P de l'objet E. Un rayon unique provenant de la source S le traverse quand une
25 vue est prise, et d'autres rayons R2, R3, etc. le traversent de même pour d'autres positions S2, S3, etc. de la source S quand d'autres vues sont prises. Ces rayons passant par le point P sont utilisés pour déterminer l'image du point P dans le procédé
30 d'inversion. Il est utile que les rayons considérés soient orientés dans des directions aussi variées que

de façon à ~~laisser~~ ⁶ ~~laisser~~ ^{laisser} ~~la~~ ^{la} source S accomplisse au moins un demi-tour. ~~direction de la trajectoire T~~ ^{la source S} puisse pour chaque point de la trajectoire T.

Considérons maintenant que l'objet E se déplace et se déforme. Le point P se déplace à l'intérieur de la trajectoire T et les rayons R₂, R₃, etc. à employer passent par des positions respectives P₂, P₃, etc. distinctes du point P d'origine. Le problème de reconstruction à résoudre est identique à la configuration fictive de la figure 2, où le point P a été pris comme référence immobile et où tout se passe comme si la source S suivait une trajectoire T' de forme irrégulière. On verra que cette représentation fictive du problème aide à sa compréhension. D'après l'invention, le modèle de déplacement et de déformation qu'on choisit pour l'objet E est affine, conformément à la formule (1)

composé par exemple d'une quelconque variable en sens d'oscillation de translation et d'elongation

$$(1) \quad \vec{x}_0 = \Gamma_\lambda(\vec{x}) = A_\lambda \vec{x} + B_\lambda = \begin{bmatrix} a_{11}(\lambda) & a_{12}(\lambda) \\ a_{21}(\lambda) & a_{22}(\lambda) \end{bmatrix} \vec{x} + \begin{bmatrix} b_1(\lambda) \\ b_2(\lambda) \end{bmatrix}$$

où \vec{x}_0 est la position vectorielle du point P par rapport à une référence telle que le point O, à l'instant de référence choisi pour mener les calculs et la reconstruction de l'image, \vec{x} est la position du point P à un autre instant et notamment un instant de prise de vue, et les coefficients a et b dépendent du temps. λ est un paramètre général du procédé, qui varie entre une valeur minimale λ_{\min} et une valeur maximale λ_{\max} ; la position de la source S est repérée par le vecteur $\vec{a}(\lambda)$ et le temps par une fonction monotone de

possible, de façon à décrire toutes les directions de droite possibles pour chaque point de l'objet E.

Considérons maintenant que l'objet E se déplace et se déforme. Le point P se déplace à l'intérieur de la trajectoire T et les rayons R2, R3, etc. à employer passent par des positions respectives P2, P3, etc. distinctes du point P d'origine. Le problème de reconstruction à résoudre est identique à la configuration fictive de la figure 2, où le point P a été pris comme référence immobile et où tout se passe comme si la source S suivait une trajectoire T' de forme irrégulière. On verra que cette représentation fictive du problème aide à sa compréhension. D'après l'invention, le modèle de déplacement et de déformation qu'on choisit pour l'objet E est affine, composée par exemple d'une combinaison variable en cours d'acquisition de translations, de rotations et d'homothéties, conformément à la formule (1)

$$\vec{x}_0 = \Gamma_\lambda(\vec{x}) = A_\lambda \vec{x} + B_\lambda = \begin{bmatrix} a_{11}(\lambda) & a_{12}(\lambda) \\ a_{21}(\lambda) & a_{22}(\lambda) \end{bmatrix} \vec{x} + \begin{bmatrix} b_1(\lambda) \\ b_2(\lambda) \end{bmatrix} \quad (1)$$

où \vec{x}_0 est la position vectorielle du point P par rapport à une référence telle que le point O, à l'instant de référence choisi pour mener les calculs et la reconstruction de l'image, \vec{x} est la position du point P à un autre instant et notamment un instant de prise de vue, et les coefficients a et b dépendent du temps. λ est un paramètre général du procédé, qui varie entre une valeur minimale λ_{\min} et une valeur maximale

possible, de façon à décrire toutes les directions de droite possibles pour chaque point de l'objet E.

Considérons maintenant que l'objet E se déplace et se déforme. Le point P se déplace à l'intérieur de la trajectoire T et les rayons R2, R3, etc. à employer passent par des positions respectives P2, P3, etc. distinctes du point P d'origine. Le problème de reconstruction à résoudre est identique à la configuration fictive de la figure 2, où le point P a été pris comme référence immobile et où tout se passe comme si la source S suivait une trajectoire T' de forme irrégulière. On verra que cette représentation fictive du problème aide à sa compréhension. D'après l'invention, le modèle de déplacement et de déformation qu'on choisit pour l'objet E est affine, composé par exemple d'une combinaison variable en cours d'acquisition de translations, de rotations et d'homothéties, conformément à la formule (1)

$$\vec{x}_0 = \Gamma_\lambda(\vec{x}) = A_\lambda \vec{x} + B_\lambda = \begin{bmatrix} a_{11}(\lambda) & a_{12}(\lambda) \\ a_{21}(\lambda) & a_{22}(\lambda) \end{bmatrix} \vec{x} + \begin{bmatrix} b_1(\lambda) \\ b_2(\lambda) \end{bmatrix} \quad (1)$$

où \vec{x}_0 est la position vectorielle du point P par rapport à une référence telle que le point O, à l'instant de référence choisi pour mener les calculs et la reconstruction de l'image, \vec{x} est la position du point P à un autre instant et notamment un instant de prise de vue, et les coefficients a et b dépendent du temps. La partie linéaire affine du modèle analytique du modèle analytique particulier peut correspondre à l'approximation locale affine d'une famille de trajectoires passant par des points situés au voisinage de chaque point, λ est un paramètre général du procédé, qui varie entre une minimale λ_{\min} et une valeur maximale

λ (éventuellement par λ lui-même). L'instant de référence où l'image est reconstruite correspond à $\lambda=0$. La propriété d'atténuation ou d'émission à calculer est notée f , et pour le point P qu'on a repéré par le vecteur \vec{x} on la note $f_\lambda(\vec{x})$ à un instant λ quelconque et $f_0(\vec{x}_0)$ à l'instant de référence, où \vec{x} est noté \vec{x}_0 .

La valeur d'une projection est donnée par la formule (2), où $\vec{\alpha}$ est un vecteur unitaire, et on note cette projection en fonction de ce vecteur unitaire $\vec{\alpha}$ et du paramètre λ :

$$g_\lambda(\lambda, \vec{\alpha}) = \int dt f_\lambda(\vec{a}(\lambda) + t\vec{\alpha}) \quad (2)$$

\mathbb{R}^+ $\xrightarrow{\quad}$

Il est habituel d'appliquer un filtre de Hilbert aux projections dans les méthodes analytiques, ce qu'on fait ici aussi, et les projections filtrées sont notées $G_{H\lambda}$ selon la formule (3)

$$G_{H\lambda}(\lambda, \vec{n}) = - \int_{S^1} d\vec{\alpha} h_H(\vec{n} \cdot \vec{\alpha}) g_\lambda(\lambda, \vec{\alpha}), \quad (3)$$

$G_{H\lambda}$ $\xrightarrow{\quad}$ S^1 est la sphère-unité en bidimensionnel

Où h_H est donné par la formule (4)

20

$$h_H(s) = - \int_{-\infty}^{+\infty} d\sigma \text{sign}(\sigma) e^{2i\pi\sigma s}. \quad (4)$$

Les inventeurs ont établi en outre la relation suivante (5)

25

$$g_{H\lambda}(\lambda, A_\lambda^{*T} \vec{n}) = \frac{1}{|\det A_\lambda|} P_{OH}(\vec{n}, s = \vec{n} \cdot \vec{\Gamma}_\lambda(\vec{\alpha}(\lambda))), \quad (5)$$

H_λ

λ max ; la position de la source S est repérée par le vecteur $\vec{a}(\lambda)$ et le temps par une fonction monotone de λ (éventuellement par λ lui-même). L'instant de référence où l'image est reconstruite correspond à $\lambda=0$.

- 5 La propriété d'atténuation ou d'émission à calculer est notée f , et pour le point P qu'on a repéré par le vecteur \vec{x} on la note $f_\lambda(\vec{x})$ à un instant λ quelconque et $f_0(\vec{x}_0)$ à l'instant de référence, où \vec{x} est noté \vec{x}_0 .

La valeur d'une projection est donnée par la
10 formule (2), où $\vec{\alpha}$ est un vecteur unitaire, et on note cette projection en fonction de ce vecteur unitaire $\vec{\alpha}$ et du paramètre λ :

$$g_\lambda(\lambda, \vec{\alpha}) = \int_{\mathbb{R}^+} dt f_\lambda(\vec{a}(\lambda) + t\vec{\alpha}) \quad (2)$$

15

Il est habituel d'appliquer un filtre de Hilbert aux projections dans les méthodes analytiques, ce qu'on fait ici aussi, et les projections filtrées sont notées $G_{H\lambda}$ selon la formule (3)

20

$$g_{H\lambda}(\lambda, \vec{n}) = - \int_{S^1} d\vec{\alpha} h_H(\vec{n}, \vec{\alpha}) g_\lambda(\lambda, \vec{\alpha}), \quad (3)$$

Où S^1 est la sphère - unité en bidimensionnel, h_H est donné par la formule (4)

25

$$h_H(s) = - \int_{-\infty}^{+\infty} d\sigma \operatorname{sign}(\sigma) e^{2i\pi\sigma s}. \quad (4)$$

$$P_0(\vec{n}, s)$$

où P_{OH} désigne les projections parallèles ~~sur l'objet de référence (N.B. Veuillez expliquer ce n'est pas clair)~~ filtrées par le filtre de Hilbert

5 d'après la formule suivante (6)

$$P_{OH}(\vec{n}, s) = \int ds' P_0(\vec{n}, s') h_H(s - s').$$

La formule d'inversion pratiquée est alors
10 la formule suivante (7)

$$f_0(\vec{x}_0) = \int d\lambda \frac{1}{\|\vec{x}_0 - \Gamma_\lambda(\vec{a}(\lambda))\|} g_{F\lambda}(\lambda, A_\lambda^T \vec{n})$$

où $g_{F\lambda}$ est donné dans la formule suivante
(8)

$$15 \quad g_{F\lambda}(\lambda, A_\lambda^T \vec{n}) = \frac{\partial}{\partial \lambda} \left\{ \det A_\lambda | g_{H\lambda}(\lambda, A_\lambda^T \vec{n}) \right\} = \frac{\partial}{\partial \lambda} \left\{ \frac{|\det A_\lambda|}{\|A_\lambda^T \vec{n}\|} g_{H\lambda} \left(\lambda, \frac{A_\lambda^T \vec{n}}{\|A_\lambda^T \vec{n}\|} \right) \right\},$$

Cette dérivation s'effectue suivant le paramètre λ de la trajectoire du foyer. Elle est spécifiquement adaptée au modèle affine de déformation et de mobilité car elle s'applique sur une direction $A_\lambda^T \vec{n}$ en considérant que la direction \vec{n} est maintenue constante.

Il s'agit donc de maintenir constant non pas la direction orthogonale à un rayon acquis, mais la direction orthogonale au rayon équivalent de la géométrie fictive

$A_\lambda^T \vec{n}$ est la direction orthogonale à la droite de projection à l'instant λ passant par le point mobile correspondant au point P.

2 Cette formule d'inversion tient compte des déformations de l'objet E et comporte, par rapport à d'autres formules, établies dans des cas ordinaires, une pondération en fonction de la déformation de l'objet (par le déterminant de A_λ) et de la position de
25 la trajectoire (par la norme entre \vec{x}_0 et $\Gamma_\lambda(\vec{a}(\lambda))$). Ces conditions peu contraignantes s'expliquent parce que,

Les inventeurs ont établi en outre la relation suivante (5)

$$g_{H\lambda}(\lambda, A_{\lambda}^T \vec{n}) = \frac{1}{|\det A_{\lambda}|} P_{OH}(\vec{n}, s = \vec{n} \Gamma_{\lambda}(\vec{\alpha}(\lambda))), \quad (5)$$

5 où P_{OH} désigne des projections parallèles P_0 (\vec{n}, s) , obtenues par réarrangement des projections effectivement mesurées sur l'objet à l'état de référence et filtrées par le filtre de Hilbert d'après la formule suivante (6)

10

$$P_{OH}(\vec{n}, s) = \int_R ds' P_0(\vec{n}, s') h_H(s - s').$$

La formule d'inversion pratiquée est alors la formule suivante (7)

15

$$f_0(\vec{x}_0) = \int_{\Lambda} \Gamma(\vec{x}_0) d\lambda \frac{1}{\|\vec{x}_0 - \Gamma_{\lambda}(\vec{a}(\lambda))\|} g_{F\lambda}(\lambda, A_{\lambda}^T \vec{n}^*)$$

où $g_{F\lambda}$ est donné dans la formule suivante (8)

$$g_{F\lambda}(\lambda, A_{\lambda}^T \vec{n}) = \frac{\partial}{\partial \lambda} \{ |\det A_{\lambda}| g_{H\lambda}(\lambda, A_{\lambda}^T \vec{n}) \} = \frac{\partial}{\partial \lambda} \left\{ \frac{|\det A_{\lambda}|}{\|A_{\lambda}^T \vec{n}\|} g_{H\lambda} \left(\lambda, \frac{A_{\lambda}^T \vec{n}}{\|A_{\lambda}^T \vec{n}\|} \right) \right\},$$

20

Cette dérivation s'effectue suivant le paramètre λ de la trajectoire du foyer. Elle est spécifiquement adaptée au modèle affine de déformation et de mobilité car elle s'applique sur une direction $A_{\lambda}^T \vec{n}$ en considérant que la direction \vec{n} est maintenue constante. Il s'agit donc de maintenir constant, non pas la direction orthogonale à un rayon acquis, mais la

25

avec un espace affine de transformation, les droites de projection de la figure 1 restent des droites dans la géométrie fictive de la figure 2, de sorte que le problème numérique n'est pas beaucoup compliqué. *peut être résolu analytiquement.*

5

Dans la formule (7)

$$f_0(\vec{x}_0) = \int_{\Lambda^r(\vec{x}_0)} d\lambda \frac{1}{\|\vec{x}_0 - \Gamma_\lambda(\vec{a}(\lambda))\|} g_{FA}(\lambda, A_\lambda^T \vec{n}^*), \quad \text{les}$$

bornes de l'intégrale $\Lambda^r(\vec{x}_0)$ désignent un ensemble minimal de positions λ de la source S tel que sur l'objet E à l'état de référence les directions des droites reliant \vec{x}_0 à $\Gamma_\lambda(\vec{a}(\lambda))$ couvrent tout l'intervalle d'un demi-tour de trajectoire sans redondance. Si on prend soin de limiter ainsi l'intégrale, la formule de reconstruction est parfaite.

10

Il est manifeste que les déformations affines ne suffisent pas à modéliser tous les objets qu'on peut devoir étudier dans la pratique. Refaisant le raisonnement des figures 1 et 2, on donne les figures 3a, 3b, 3c, et 4. L'objet E évolue de façon complexe entre les positions indiquées successivement aux états λ_1 , λ_2 et λ_3 où la position de la source S a aussi été indiquée de même que le rayon R1, R2 ou R3 menant au point P.

15

20

En remettant l'objet E dans un état de référence, la figure 4 montre que les rayons notés R'1, R'2 et R'3 menant au point P et correspondant aux rayons R1, R2 et R3 (passant par les mêmes points de l'objet E) ne sont plus rectilignes. La formule (7)

25

direction orthogonale au rayon équivalent de la géométrie fictive.

$A_{\lambda}^T \vec{n}$ est la direction orthogonale à la droite de projection à l'instant λ passant par le point mobile
 5 correspondant au point P.

Cette formule d'inversion tient compte des déformations de l'objet E et comporte, par rapport à d'autres formules, établies dans des cas ordinaires, une pondération en fonction de la déformation de
 10 l'objet (par le déterminant de A_{λ}) et de la position de la trajectoire (par la norme entre \vec{x}_0 et $\Gamma_{\lambda}(\vec{a}(\lambda))$). Ces conditions peu contraignantes s'expliquent parce que, avec un espace affine de transformation, les droites de projection de la figure 1 restent des droites dans la
 15 géométrie fictive de la figure 2, de sorte que le problème numérique peut être résolu analytiquement.

Dans la formule (7)

$$f_0(\vec{x}_0) = \int_{\Lambda^{\Gamma}(\vec{x}_0)} d\lambda \frac{1}{\|\vec{x}_0 - \Gamma_{\lambda}(\vec{a}(\lambda))\|} g_{F\lambda}(\lambda, A_{\lambda}^T \vec{n}^*), \quad \text{les}$$

bornes de l'intégrale $\Lambda^{\Gamma}(\vec{x}_0)$ désignent un ensemble
 20 minimal de positions λ de la source S tel que sur l'objet E à l'état de référence les directions des droites reliant \vec{x}_0 à $\Gamma_{\lambda}(\vec{a}(\lambda))$ couvrent tout l'intervalle d'un demi-tour de trajectoire sans redondance. Si on prend soin de limiter ainsi l'intégrale, la formule de
 25 reconstruction est parfaite.

Il est manifeste que les déformations affines ne suffisent pas à modéliser tous les objets qu'on peut devoir étudier dans la pratique. Refaisant le raisonnement des figures 1 et 2, on donne les figures

$$f_0(\vec{x}_0) = \int_{\Lambda^{\Gamma}} d\lambda \frac{1}{\|\vec{x}_0 - \Gamma_{\lambda}(\vec{a}(\lambda))\|} g_{FA}(\lambda, A_{\lambda}^T \vec{n}^*) \text{ n'est alors}$$

plus valable directement. On s'y ramène toutefois par des approximations, en supposant une déformation affine de l'objet E particulière à chaque point P et valable
 5 autour de lui. On calcule alors la matrice de déformation correspondant à A_{λ} de la formule (1)

$$\vec{x}_0 = \Gamma_{\lambda}(\vec{x}) = A_{\lambda} \vec{x} + B_{\lambda} = \begin{bmatrix} a_{11}(\lambda) & a_{12}(\lambda) \\ a_{21}(\lambda) & a_{22}(\lambda) \end{bmatrix} \vec{x} + \begin{bmatrix} b_1(\lambda) \\ b_2(\lambda) \end{bmatrix}$$

par la formule (9)

$$10 \quad A_{\lambda}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0)) = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x_1} \Gamma_{x_1}(\lambda, \Gamma^{-1}(\vec{x}_0)) & \frac{\partial}{\partial x_1} \Gamma_{x_2}(\lambda, \Gamma^{-1}(\vec{x}_0)) \\ \frac{\partial}{\partial x_2} \Gamma_{x_1}(\lambda, \Gamma^{-1}(\vec{x}_0)) & \frac{\partial}{\partial x_2} \Gamma_{x_2}(\lambda, \Gamma^{-1}(\vec{x}_0)) \end{bmatrix}$$

où $\Gamma_{x_1}(\lambda, \vec{x})$ et $\Gamma_{x_2}(\lambda, \vec{x})$ sont les composantes suivant les directions x_1 et x_2 principales de $\Gamma(\lambda, \vec{x})$.
 B_{λ} n'a pas besoin d'être calculé. les déplacements estimés de tous les points de l'objet E sont donc les
 15 coefficients $\Gamma(\lambda, \vec{x})$ qui peuvent concrètement être introduits dans des cartes de déplacement qui sont lues et exploitées au moment de l'inversion.

A chaque point P, il faudra encore déterminer l'ensemble de projections $\Lambda^{\Gamma}(\vec{x}_0)$ qui seront
 20 utilisées pour l'inversion, selon le principe précédent qu'un intervalle angulaire d'un demi-tour doit être couvert par ces projections. Comme les rayons de la géométrie fictive R'1, R'2 et R'3, etc. ne sont plus rectilignes, on considère plutôt les directions de leur
 25 tangente au point P d'intersection.

raisonnement des figures 1 et 2, on donne les figures 3a, 3b, 3c, et 4. L'objet E évolue de façon complexe entre les positions indiquées successivement aux états λ_1 , λ_2 et λ_3 où la position de la source S a aussi été indiquée de même que le rayon R1, R2 ou R3 menant au point P.

En remettant l'objet E dans un état de référence, la figure 4 montre que les rayons notés R'1, R'2 et R'3 menant au point P et correspondant aux rayons R1, R2 et R3 (passant par les mêmes points de l'objet E) ne sont plus rectilignes. La formule (7)

$$f_0(\vec{x}_0) = \int_{\Lambda} d\lambda \frac{1}{\|\vec{x}_0 - \Gamma_\lambda(\vec{a}(\lambda))\|} g_{FL}(\lambda, A_\lambda^T \vec{n}) \quad \text{n'est alors plus}$$

valable directement. On s'y ramène toutefois par des approximations, en supposant une déformation affine de l'objet E particulière à chaque point P et valable autour de lui. On calcule alors la matrice de déformation correspondant à A_λ de la formule (1)

$$\vec{x}_0 = \Gamma_\lambda(\vec{x}) = A_\lambda \vec{x} + B_\lambda = \begin{bmatrix} a_{11}(\lambda) & a_{12}(\lambda) \\ a_{21}(\lambda) & a_{22}(\lambda) \end{bmatrix} \vec{x} + \begin{bmatrix} b_1(\lambda) \\ b_2(\lambda) \end{bmatrix} \quad \text{par}$$

la formule (9)

$$A_\lambda(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0)) = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x_1} \Gamma_{x_1}(\lambda, \Gamma^{-1}(\vec{x}_0)) & \frac{\partial}{\partial x_2} \Gamma_{x_1}(\lambda, \Gamma^{-1}(\vec{x}_0)) \\ \frac{\partial}{\partial x_1} \Gamma_{x_2}(\lambda, \Gamma^{-1}(\vec{x}_0)) & \frac{\partial}{\partial x_2} \Gamma_{x_2}(\lambda, \Gamma^{-1}(\vec{x}_0)) \end{bmatrix}$$

où $\Gamma_{x_1}(\lambda, \vec{x})$ et $\Gamma_{x_2}(\lambda, \vec{x})$ sont les composantes suivant les directions x_1 et x_2 principales de $\Gamma(\lambda, \vec{x})$. B_λ n'a pas besoin d'être calculé. Les déplacements

La formule d'inversion peut alors s'écrire selon la formule (10)

$$f_0(\vec{x}_0) \int_0^{\vec{x}_0} \approx \int_{A^T(\vec{x}_0)} d\lambda \frac{1}{L(\vec{x}_0 - \Gamma_\lambda(\vec{a}(\lambda)))} g_{FA}(\lambda, \vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda)), \text{ où}$$

5 g_{FA} est exprimé par la formule (11)

g_{FA}

$$g_{FA}(\lambda, \vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda)) = \frac{\partial}{\partial \lambda} \left\{ \frac{\det A_\lambda(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0))}{\beta(\vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda))} \right\} g_{HA}(\lambda, \vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda)).$$

10 De plus, $\vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda)$ est la direction orthogonale à la droite acquise à l'instant λ passant par $\Gamma^{-1}(\vec{x}_0)$, c'est-à-dire la rétroprojection de la projection passant par le point ; $\beta(\vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda))$ est un
15 facteur lié à la déformation des longueurs sur les rayons, d'après la formule (12)

$$\beta(\vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda)) \cancel{A_\lambda^T(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0))} = \left\| A_\lambda^T(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0)) \left(\frac{A_\lambda^{-T}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0)) \vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda)}{\|A_\lambda^{-T}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0)) \vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda)\|} \right) \right\|.$$

Enfin, $L(\vec{x}_0 - \Gamma_\lambda(\vec{a}(\lambda)))$ est la distance du point P à l'image de la source sur l'objet de référence, le long du rayon
20 virtuel R'.

On s'est intéressé jusqu'ici à des reconstructions de l'objet E par tranches, dans des conditions en éventail parallèle. Le procédé précédent peut être étendu avec des acquisitions par un

estimés de tous les points de l'objet E sont donc les coefficients $\Gamma(\lambda, \vec{x})$ qui peuvent concrètement être introduits dans des cartes de déplacement qui sont lues et exploitées au moment de l'inversion.

5 A chaque point P, il faudra encore déterminer l'ensemble de projections $\Lambda^{\Gamma}(\vec{x}_0)$ qui seront utilisées pour l'inversion, selon le principe précédent qu'un intervalle angulaire d'un demi-tour doit être couvert par ces projections. Comme les rayons de la géométrie
10 fictive R'1, R'2 et R'3, etc. ne sont plus rectilignes, on considère plutôt les directions de leur tangente au point P d'intersection.

La formule d'inversion peut alors s'écrire selon la formule (10)

15

$$f_o \approx \oint_{\Lambda^{\Gamma}(\vec{x}_0)} d\lambda \frac{1}{L(\vec{x}_0 - \Gamma_{\lambda}(\vec{a}(\lambda)))} g_{F\lambda}(\lambda, \vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda)), \quad \text{où } g_{F\lambda}$$

est exprimé par la formule (11)

$$g_{F\lambda}(\lambda, \vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda)) = \frac{\partial}{\partial \lambda} \left\{ \frac{|\det A_{\lambda}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0))|}{|\beta(\vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda))|} \right\} g_{R\lambda}(\lambda, \vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda)).$$

20

De plus, $\vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda)$ est la direction orthogonale à la droite acquise à l'instant λ passant par $\Gamma^{-1}(\vec{x}_0)$, c'est-à-dire la rétroprojection de la projection passant par le point ; $\beta(\vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda))$ est un facteur lié à
25 la déformation des longueurs sur les rayons, d'après la formule (12)

rayonnement conique dans les conditions classiques de la figure 5, où l'objet E est représenté dans son entièreté tridimensionnelle; de même que le réseau de détecteurs D, qui est composé d'une série de couches de
 5 détecteurs semblables à celle des figures précédentes ; un rayon R peut être exprimé par trois paramètres, à savoir celui λ de la position de la source S, un angle γ que fait le rayon R dans le plan de la trajectoire T par rapport à l'axe central X du faisceau, et une cote
 10 q repérant la couche de détecteurs à laquelle le rayon aboutit. L'angle γ remplace le vecteur de direction $\vec{\alpha}$ précédemment utilisé dans les formules par commodité.

La formule suivante (13)

$$15 \quad f_0^{\#}(\vec{x}_0) = \int_{\Lambda(\vec{x}_0)} d\lambda \frac{1}{L(\vec{x}_0 - \Gamma_{\lambda}(\vec{a}(\lambda)))} g_{FL}(\lambda, \vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda)) q(\vec{x}_0, \lambda, \Gamma_{\lambda}^{-1}(\vec{x}_0))$$

donne l'inversion qu'on entreprend alors dans ces conditions géométriques particulières et en
 20 faisant une approximation appelée de Feldkamp courante dans l'art pour traiter les projections coniques. Les mesures sont ici multipliées par $\cos A$, qui est la pondération classique compensant le caractère oblique du rayon acquis. Cet angle A est donné sur la figure 5
 25 et représente l'angle du rayon R avec le plan de la trajectoire T. De plus, $L(\vec{x}_0 - \Gamma_{\lambda}(\vec{a}(\lambda)))$ est la distance de \vec{x} à l'image de la source S sur l'objet E à l'état de référence le long du rayon virtuel R', en projection sur le plan de la trajectoire T, et $\vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda)$ est la

$$\beta(\vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda)) = \left\| A_{\lambda}^T(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0)) \left(\frac{A_{\lambda}^{-T}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0)) \vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda)}{\|A_{\lambda}^{-T}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0)) \vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda)\|} \right) \right\|.$$

Enfin, $L(\vec{x}_0 - \Gamma_{\lambda}(\vec{a}(\lambda)))$ est la distance du point P à l'image de la source sur l'objet de référence, le long du rayon virtuel R'.

5 On s'est intéressé jusqu'ici à des reconstructions de l'objet E par tranches, dans des conditions en éventail parallèle. Le procédé précédent peut être étendu avec des acquisitions par un rayonnement conique dans les conditions classiques de
10 la figure 5, où l'objet E est représenté dans son entièreté tridimensionnelle, de même que le réseau de détecteurs D, qui est composé d'une série de couches de détecteurs semblables à celle des figures précédentes ; un rayon R peut être exprimé par trois paramètres, à
15 savoir celui λ de la position de la source S, un angle γ que fait le rayon R dans le plan de la trajectoire T par rapport à l'axe central X du faisceau, et une cote q repérant la couche de détecteurs à laquelle le rayon aboutit. L'angle γ remplace le vecteur de direction $\vec{\alpha}$
20 précédemment utilisé dans les formules par commodité.

La formule suivante (13)

$$f_0^{\#}(\vec{x}_0) = \int_{\Lambda(\vec{x}_0)} d\lambda \frac{1}{L(\vec{x}_0 - \Gamma_{\lambda}(\vec{a}(\lambda)))} g_{F\lambda}(\lambda, \vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda), q(\lambda, \Gamma_z^{-1}\vec{x}_0))$$

25 donne l'inversion qu'on entreprend alors dans ces conditions géométriques particulières et en faisant une approximation appelée de Feldkamp courante dans l'art

direction orthogonale à la droite acquise à l'instant λ passant par $\Gamma^{-1}(\vec{x}_0)$ sur ce plan. Enfin, on a vu que $q(\lambda, \Gamma^{-1}(\vec{x}_0))$ est la cote sur le réseau de détecteurs D de la droite, acquise à l'instant λ , passant par \vec{x}_0 . *le point mobile correspondant à*

5 Un procédé particulier, décrit dans le brevet français d'abord déposé sous le numéro 01 07918, peut encore être appliqué ici moyennant quelques transformations. Ce procédé s'applique à des acquisitions rapides menées autour de l'objet en
10 faisant plusieurs tours et consiste en une reconstruction de l'objet ~~en temps réel~~ *en une* en évaluant son contenu par des blocs de projections prises sur une fraction de tour seulement de la source. Les inversions de projections menées sur les blocs produisent des
15 sous-images qui sont incorrectes puisqu'elles ne comprennent qu'une partie des mesures, mais sont obtenues très rapidement et permettent d'obtenir avec une même rapidité la loi de déplacement ou de déformation de l'objet en comparant des sous images
20 homologues, prises pour des mêmes positions de sources espacées d'un tour complet ou d'un demi-tour ; les sous images sont reconstruites à un instant de référence pour chacun des groupes de blocs et finalement combinées entre elles pour donner l'image complète de
25 l'objet. Ici, les limites des blocs sont données dans la géométrie virtuelle. Le procédé n'est par ailleurs modifié.

Enfin, il est possible d'améliorer le procédé pour l'étude d'un objet soumis à des phénomènes
30 périodiques. On sélectionne alors comme blocs d'étude

pour traiter les projections coniques. Les mesures sont ici multipliées par $\cos A$, qui est la pondération classique compensant le caractère oblique du rayon acquis. Cet angle A est donné sur la figure 5 et
 5 représente l'angle du rayon R avec le plan de la trajectoire T . De plus, $L(\vec{x}_0 - \Gamma_\lambda(\vec{a}(\lambda)))$ est la distance de \vec{x} à l'image de la source S sur l'objet E à l'état de référence le long du rayon virtuel R' , en projection sur le plan de la trajectoire T , et $\vec{n}(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda)$ est la
 10 direction orthogonale à la droite acquise à l'instant λ passant par $\Gamma^{-1}(\vec{x}_0)$ sur ce plan. Enfin, on a vu que $q(\lambda, \Gamma_z^{-1}(\vec{x}_0))$ est la cote sur le réseau de détecteurs D de la droite, acquise à l'instant λ , passant par le point mobile correspondant à \vec{x}_0 .

15 Un procédé particulier, décrit dans le brevet français d'abord déposé sous le numéro 01 07918, peut encore être appliqué ici moyennant quelques transformations. Ce procédé s'applique à des acquisitions rapides menées autour de l'objet en
 20 faisant plusieurs tours et consiste en une reconstruction de l'objet animé en évaluant son contenu par des blocs de projections prises sur une fraction de tour seulement de la source. Les inversions de projections menées sur les blocs produisent des sous-
 25 images qui sont incorrectes puisqu'elles ne comprennent qu'une partie des mesures, mais sont obtenues très rapidement et permettent d'obtenir avec une même rapidité la loi de déplacement ou de déformation de l'objet en comparant des sous images homologues, prises
 30 pour des mêmes positions de sources espacées d'un tour

seulement ceux qui sont pris à des phases du phénomène analogues à celles de l'instant de référence.

On pourra se reporter ^{aux} aux organigrammes des figures 6, 7 et 8 pour finir de prendre connaissance de l'invention. Ils détaillent trois modes de restitution de l'invention, soit la restitution est faite respectivement avec compensation du mouvement, compensation du mouvement et compensation temporelle, et compensation du mouvement, compensation temporelle et prise en compte d'une vélocité de l'évolution de l'objet. Ce qui a été décrit auparavant est appliqué dans ce procédé. Les axes sont évidemment les points de l'image de l'objet qu'on considère dans la reconstruction de l'image reconstruite.

complet ou d'un demi-tour ; les sous images sont
reconstruites à un instant de référence pour chacun des
groupes de blocs et finalement combinées entre elles
pour donner l'image complète de l'objet. Ici, les
5 limites des blocs sont données dans la géométrie
virtuelle. Le procédé n'est pas par ailleurs modifié.

Enfin, il est possible d'améliorer le procédé
pour l'étude d'un objet soumis à des phénomènes
périodiques. On sélectionne alors comme blocs d'étude
10 seulement ceux qui sont pris à des phases du phénomène
analogues à celles de l'instant de référence.

On pourra se reporter aux organigrammes des
figures 6, 7 et 8 pour finir de prendre connaissance de
l'invention. Ils détaillent trois modes de réalisation
15 de l'invention, où la reconstruction est faite
respectivement avec compensation du mouvement ;
compensation du mouvement et compensation temporelle ;
et compensation du mouvement, compensation temporelle
et prise en compte d'une périodicité de l'évolution de
20 l'objet. Ce qui a été décrit auparavant est appliqué
dans ces procédés. Les voxels sont évidemment les
points de l'image de l'objet qu'on considère dans
l'image reconstruite.

complet ou d'un demi-tour ; les sous images sont
reconstruites à un instant de référence pour chacun des
groupes de blocs et finalement combinées entre elles
5 pour donner l'image complète de l'objet. Ici, les
limites des blocs sont données dans la géométrie
virtuelle. Le procédé n'est pas par ailleurs modifié.

Enfin, il est possible d'améliorer le procédé
pour l'étude d'un objet soumis à des phénomènes
10 périodiques. On sélectionne alors comme blocs d'étude
seulement ceux qui sont pris à des phases du phénomène
analogues à celles de l'instant de référence.

Si le rayonnement est conique, le procédé peut
comprendre, avant l'étape de filtrage des mesures
15 acquises, une étape de pondération des mesures acquises
adaptées à une acquisition des mesures en géométrie
conique ; la rétroprojection est alors effectuée selon
la géométrie conique en tenant compte du modèle
analytique de mobilité et de déformation de l'objet.

20 On pourra se reporter aux organigrammes des
figures 6, 7 et 8 pour finir de prendre connaissance de
l'invention. Ils détaillent trois modes de réalisation
de l'invention, où la reconstruction est faite
respectivement avec compensation du mouvement ;
25 compensation du mouvement et compensation temporelle ;
et compensation du mouvement, compensation temporelle
et prise en compte d'une périodicité de l'évolution de
l'objet. Ce qui a été décrit auparavant est appliqué
dans ces procédés. Les voxels sont évidemment les
30 points de l'image de l'objet qu'on considère dans
l'image reconstruite.

REVENDICATIONS

1. Procédé de reconstruction d'une image tomographique d'un objet notamment mobile et déformable, l'image étant un ensemble de valeurs d'une propriété prises par l'objet à une collection de points de l'objet, comprenant l'emploi : d'un rayonnement divergent à partir d'un foyer et traversant l'objet, le foyer étant mobile autour de l'objet ; d'un modèle analytique de mobilité et de déformation de l'objet défini pour chaque position du foyer ; et d'un procédé de calcul analytique pour obtenir lesdites valeurs à partir de sommes des valeurs de la propriété le long de lignes de projection menant au foyer et passant respectivement par les points ; caractérisé en ce que le mobile est affine, et est une combinaison variable en cours d'acquisition, cette combinaison, comprenant des translations, des rotations et des homothéties de l'objet à partir d'une origine, et en ce que le procédé de calcul analytique comprend les étapes suivantes :

- filtrage des mesures acquises par un filtre de Hilbert ;
- pondération des mesures filtrées, cette pondération étant dépendante du modèle analytique de mobilité et de déformation de l'objet ;
- dérivation des mesures filtrées pondérées suivant la trajectoire du foyer en considérant une direction adaptée au modèle, cette direction étant maintenue constante, et obtention de mesures modifiées ;

*la votre linéaire
pour la*

4) Procédé de reconstruction d'une image
selon la revendication 3, caractérisé en ce que le
modèle analytique particulier est calculé par la
formule correspond à l'approximation locale affine d'une
famille de trajectoires passant par le point rétro au

5

$$A_x(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0)) = \left[\begin{array}{c} \frac{\partial}{\partial x_1} \Gamma_{x_1}(\lambda, \Gamma^{-1}(\vec{x}_0)) \frac{\partial}{\partial x_1} \Gamma_{x_1}(\vec{x}_0) \\ \frac{\partial}{\partial x_2} \Gamma_{x_2}(\lambda, \Gamma^{-1}(\vec{x}_0)) \frac{\partial}{\partial x_2} \Gamma_{x_2}(\vec{x}_0) \end{array} \right] - \text{le chaque point.}$$

5) Procédé de reconstruction d'une image
selon les revendications 2 et 3, caractérisé en ce que
les directions des lignes de projection sont considérées
au point de l'objet où le procédé est appliqué.

10

6) Procédé de reconstruction d'une image
selon l'une quelconque des revendications 1 à 5,
caractérisé en ce que la reconstruction s'effectue
d'abord par sous-images construites avec des lignes de
projections ayant des directions comprises dans les
intervalles angulaires plus petits qu'un demi-tour, et
en ce qu'il comprend une étape de détermination des
intervalles angulaires auxquels appartiennent les
lignes de projections \rightarrow et en ce qu'il comprend ... (*)

7) Procédé de reconstruction d'une image
selon l'une quelconque des revendications précédentes,
où le rayonnement est conique, caractérisé en ce que la
formule est

(***)

$$f_0^{\#}(\vec{x}_0) = \int_{\Lambda^{\#}(\vec{x}_0)} d\lambda \frac{1}{L(\vec{x}_0 - \Gamma_{\lambda}(\vec{a}(\lambda)))} g_{FL}(\lambda, n(\Gamma^{-1}(\vec{x}_0), \lambda)) q(\lambda, \vec{x}_0)$$

25

7) Procédé de reconstruction d'une image
selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que la loi d'évolution générale de l'objet
est périodique et en ce que les instants de référence sont choisis pour la même phase des
périodes de mouvement de l'objet. (Cf. p. 13 lignes 30 et page 14 lignes 1 et 2.)

- rétroprojection des mesures modifiées.

2. Procédé de reconstruction d'une image tomographique selon la revendication 1, caractérisé en
5 ce qu'il comprend une étape de définition d'intervalle d'intégration donnant $f_0(\vec{x}_0)$ de façon que les lignes de projection aient des directions s'étendant sur un intervalle de N demi-tours considéré dans un état de l'objet où l'image est reconstruite, N étant supérieur
10 ou égal à 1.

3. Procédé de reconstruction d'une image selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il est appliqué avec un modèle analytique de
15 mobilité et de déformation particulier à chaque point de l'objet.

4. Procédé de reconstruction d'une image selon la revendication 3, caractérisé en ce que la partie
20 linéaire affine du modèle analytique particulier correspond à l'approximation locale affine d'une famille de trajectoires passant par des points situés au voisinage de chaque point.

25 5. Procédé de reconstruction d'une image selon les revendications 2 et 3, caractérisé en ce que les directions des lignes de projection sont considérées au point de l'objet où le procédé est appliqué.

30 6. Procédé de reconstruction d'une image selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé

-
- filtrage des mesures acquises par un filtre de Hilbert ;
 - pondération des mesures filtrées, cette pondération étant dépendante du modèle analytique de mobilité et de déformation de l'objet (Cf. p8 lignes 23-25) ;
 - dérivation des mesures filtrées pondérées suivant la trajectoire du foyer en considérant une direction adaptée au modèle (Cf. p8 ligne 17 à 20-modifiées), cette direction étant maintenue constante et obtention de mesures modifiées ;
 - rétroprojection des mesures modifiées. (*)
-

Rev 6 doit être complétée par : ~~les~~ lignes de projections et qu'il comprend une étape de combinaison des sous-images après correction de la loi d'évolution générale de l'objet (Cf. description p. 3 ligne 6-22) entre les positions associées à différents instants de référence associés à chaque intervalle angulaire. (***)

caractérisé en ce qu'avant l'étape de filtrage des mesures acquises, le procédé comprend une étape de pondération des mesures acquises adaptée à une acquisition des mesures en géométrie conique et en ce que la rétroprojection est effectuée selon la géométrie conique en tenant compte du modèle analytique de mobilité et de déformation de l'objet. (***)

en ce que la reconstruction s'effectue d'abord par sous-images construites avec des lignes de projections ayant des directions comprises dans les intervalles angulaires plus petits qu'un demi-tour, en ce qu'il
5 comprend une étape de détermination des intervalles angulaires auxquels appartiennent les lignes de projections et en ce qu'il comprend une étape de combinaison des sous-images après correction de la loi d'évolution générale de l'objet entre les positions
10 associées à différents instants de référence associés à chaque intervalle angulaire.

7. Procédé de reconstruction d'une image selon l'une quelconque des revendications précédentes,
15 caractérisé en ce que la loi d'évolution générale de l'objet est périodique et en ce que les instants de référence sont choisis pour la même phase des périodes de mouvement de l'objet.

20 8. Procédé de reconstruction d'une image selon l'une quelconque des revendications précédentes, où le rayonnement est conique, caractérisé en ce qu'avant l'étape de filtrage des mesures acquises, le procédé comprend une étape de pondération des mesures acquises
25 adaptée à une acquisition des mesures en géométrie conique et en ce que la rétroprojection est effectuée selon la géométrie conique en tenant compte du modèle analytique de mobilité et de déformation de l'objet.

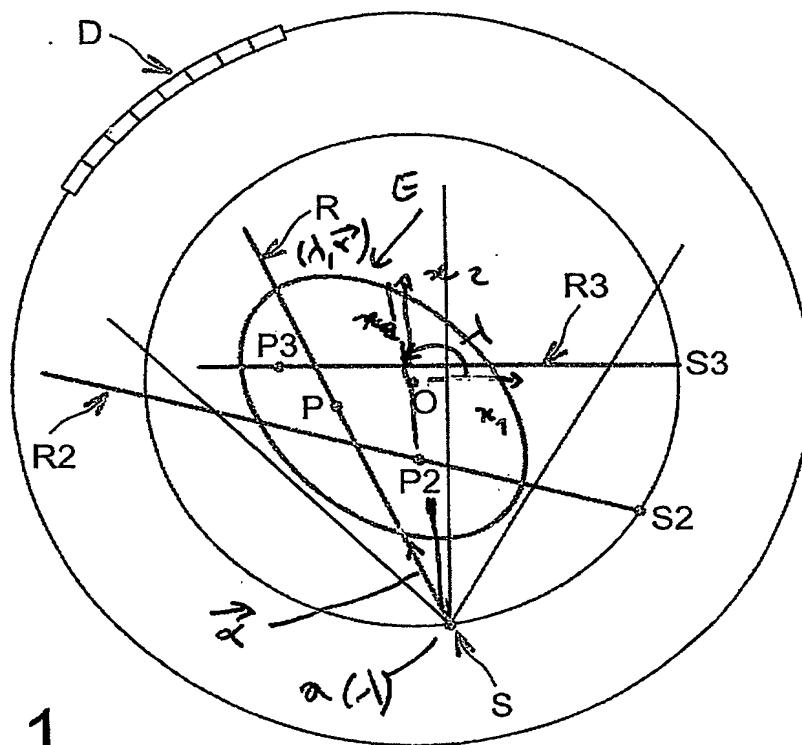


FIG. 1

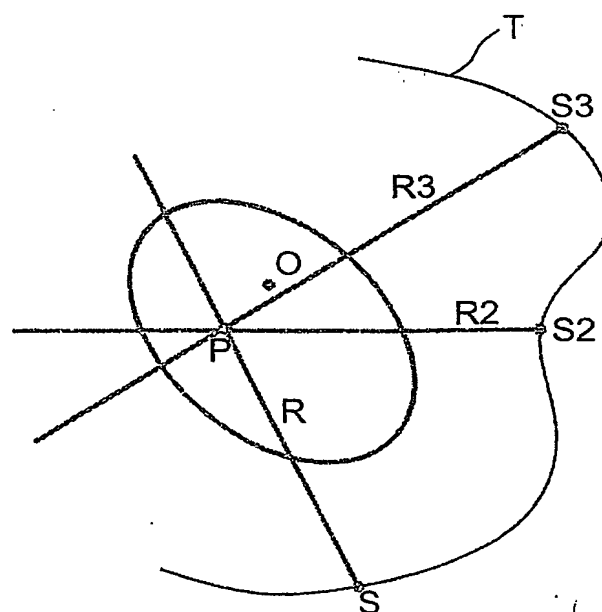


FIG. 2

1 / 6

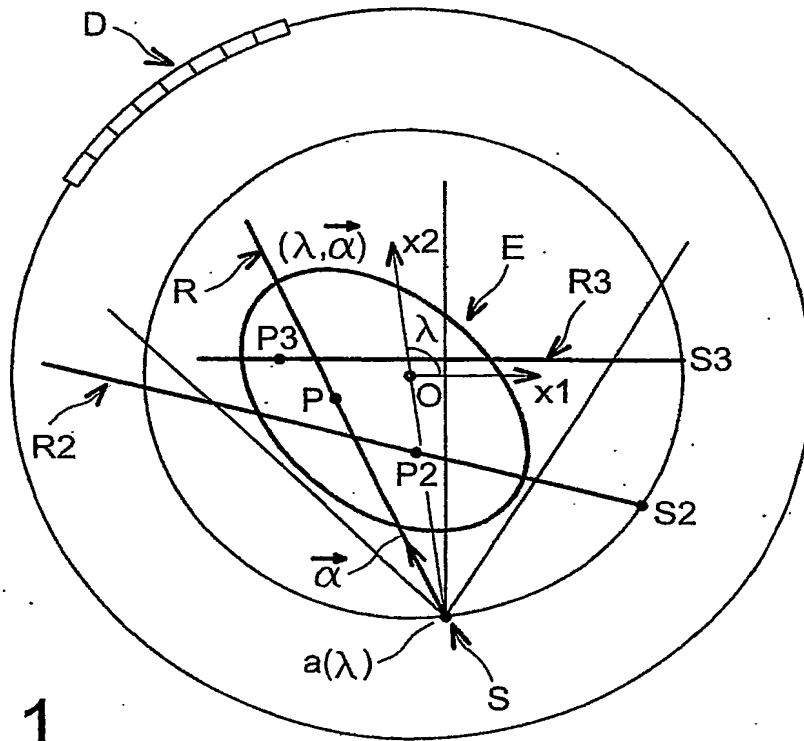


FIG. 1

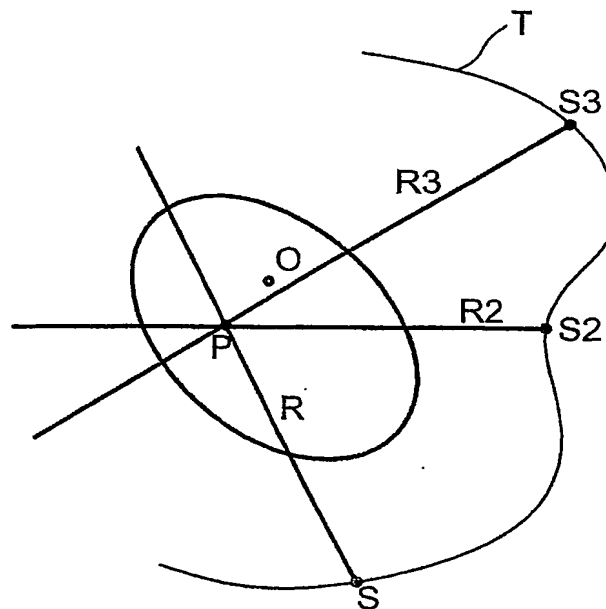


FIG. 2

2136

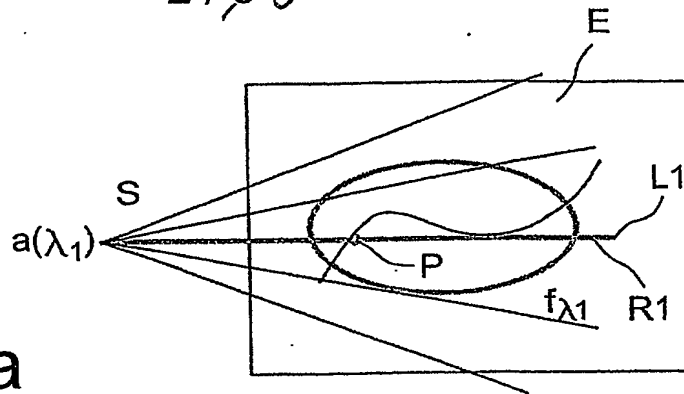


FIG. 3a

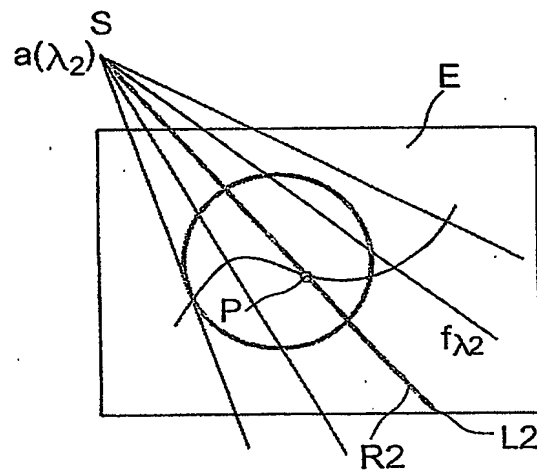


FIG. 3b

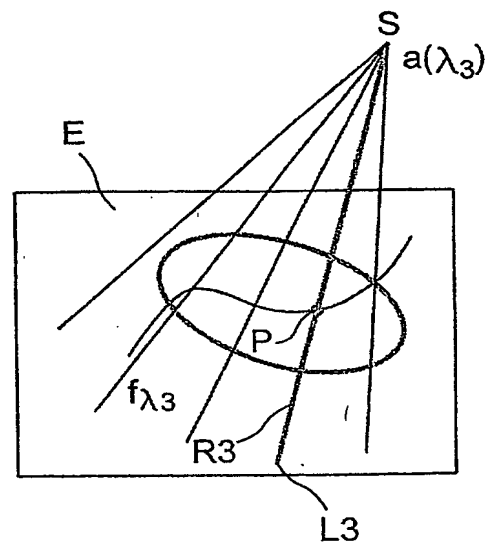


FIG. 3c

FIG. 3a

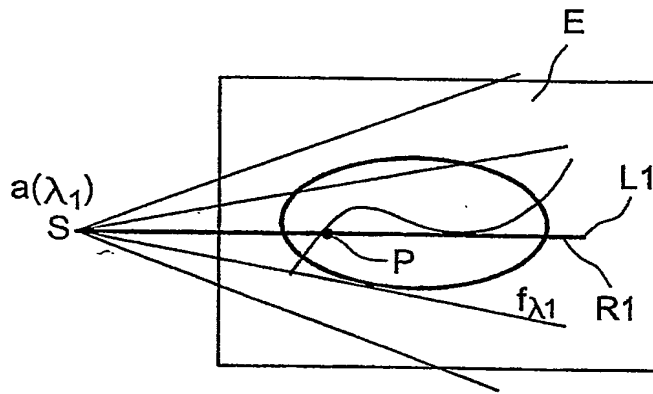


FIG. 3b

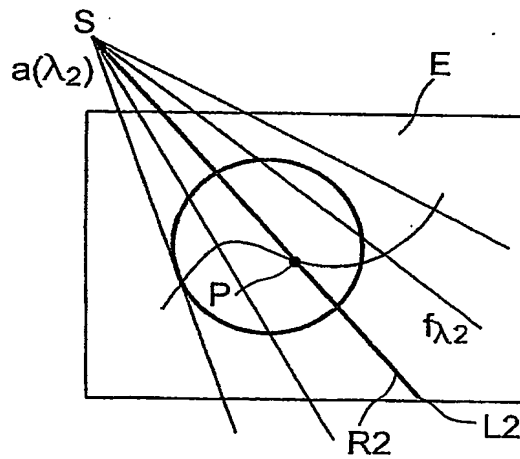
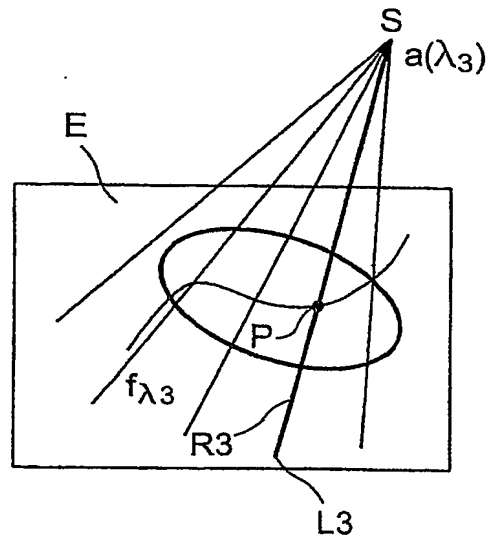


FIG. 3c



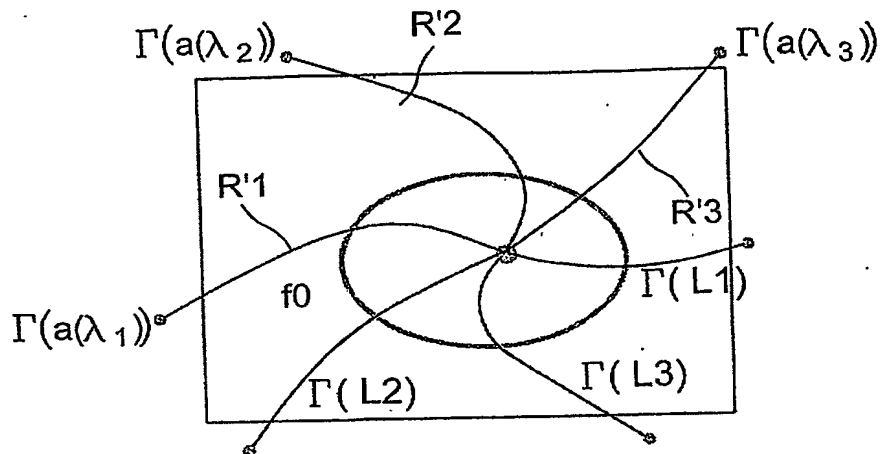


FIG. 4

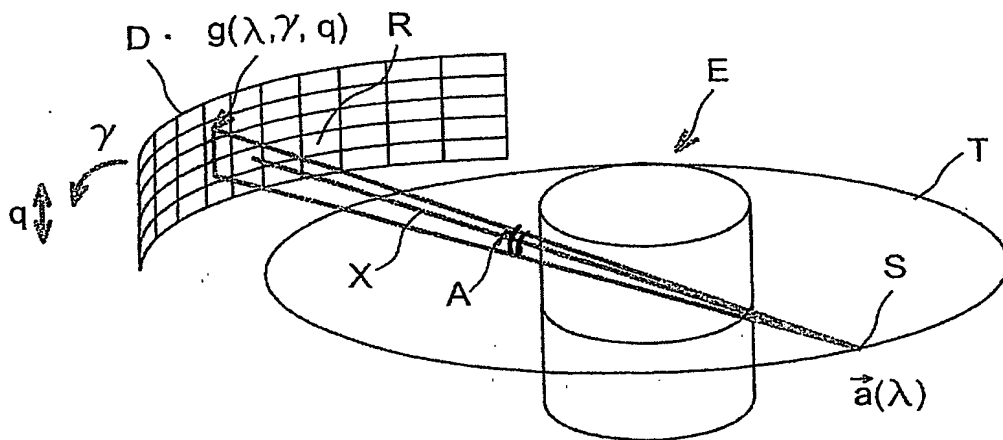


FIG. 5

3 / 6

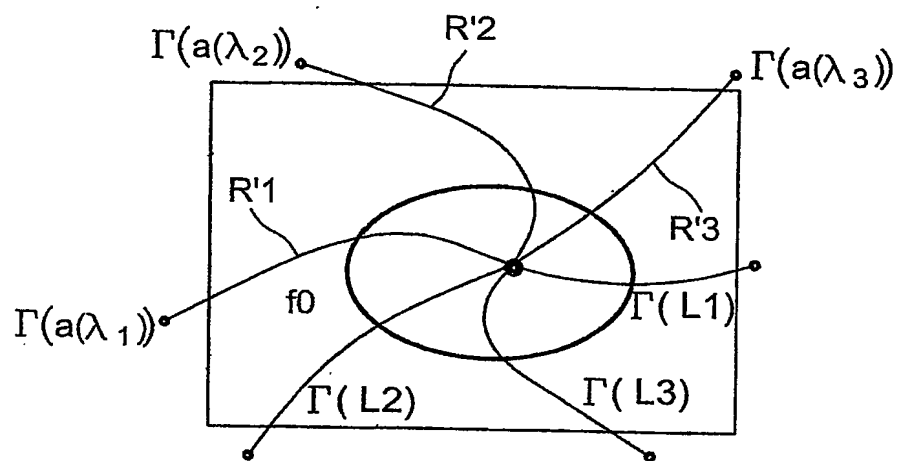


FIG. 4

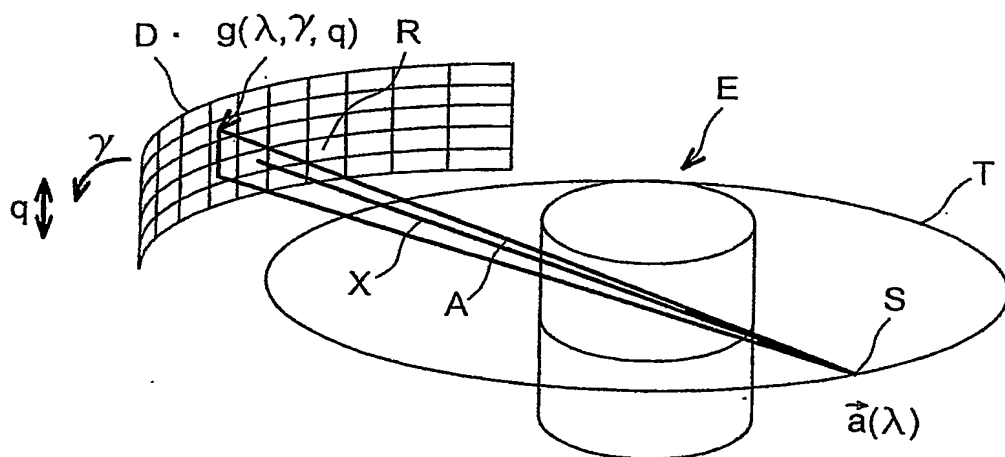


FIG. 5

5. Organigrammes

4/6

1. reconstruction avec compensation du mouvement

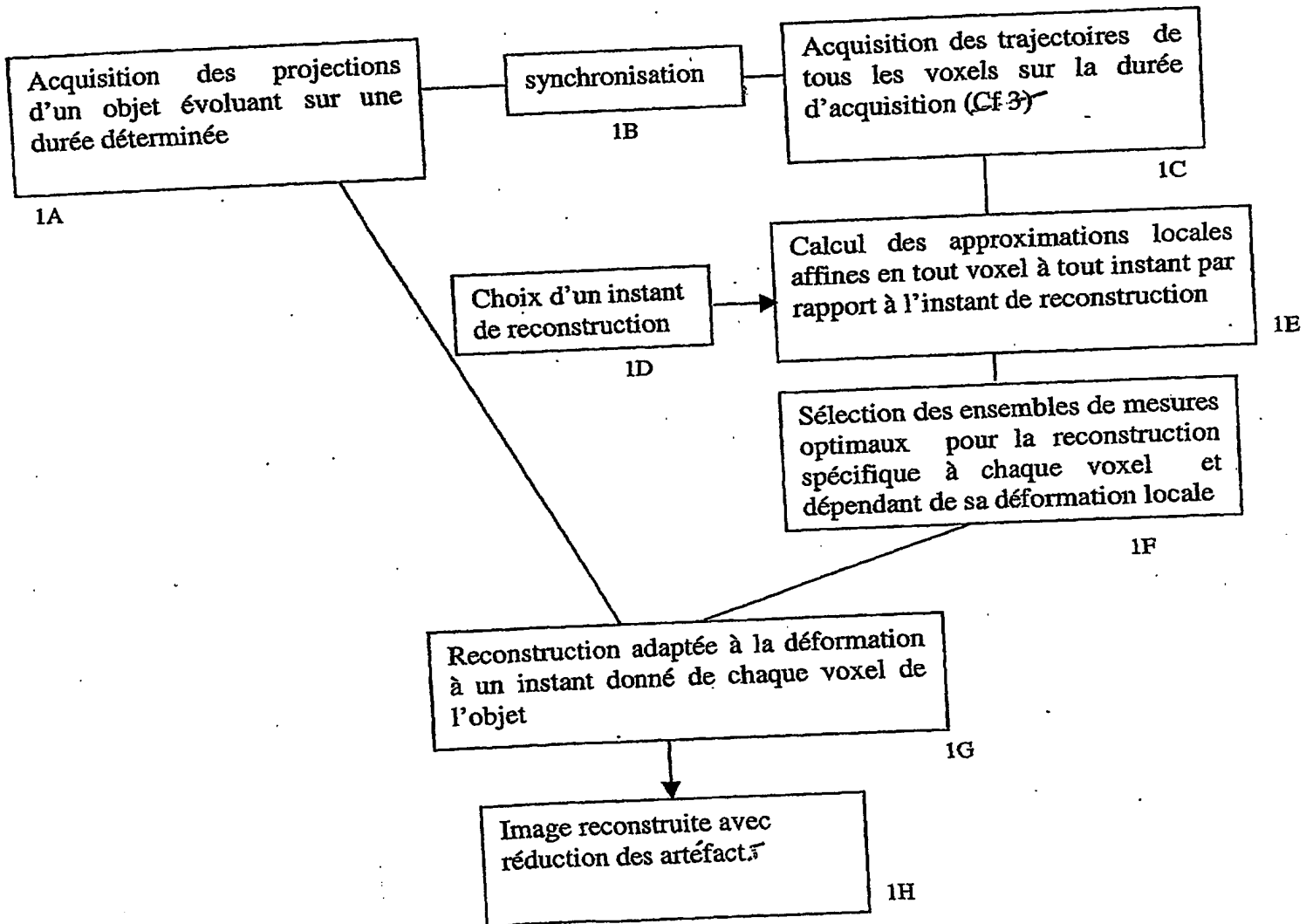
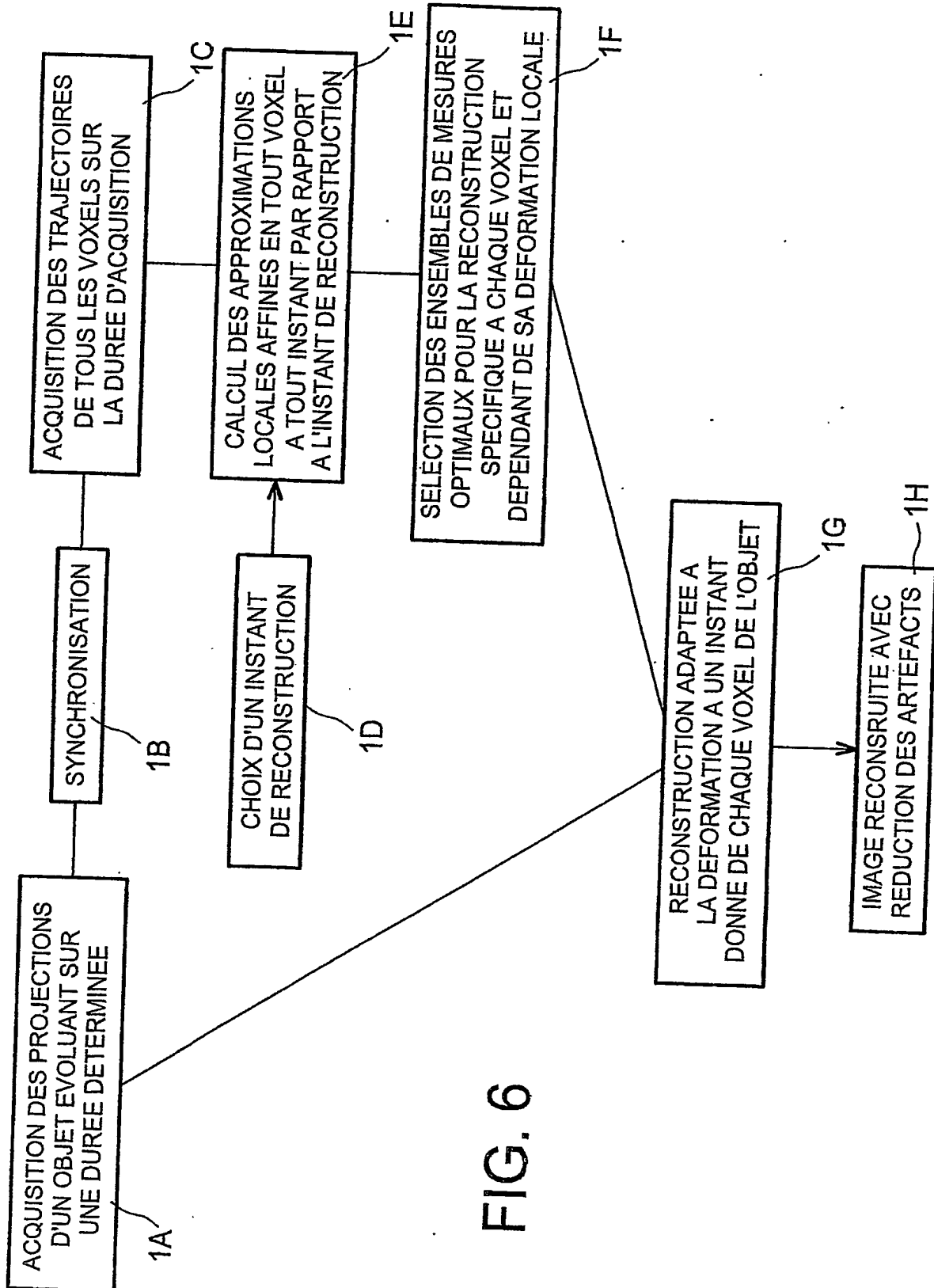


Fig 6

4 / 6



4 RECONSTRUCTION AVEC COMPENSATION
MOUVEMENT ET COMPENSATION TEMPORELLE

5/6

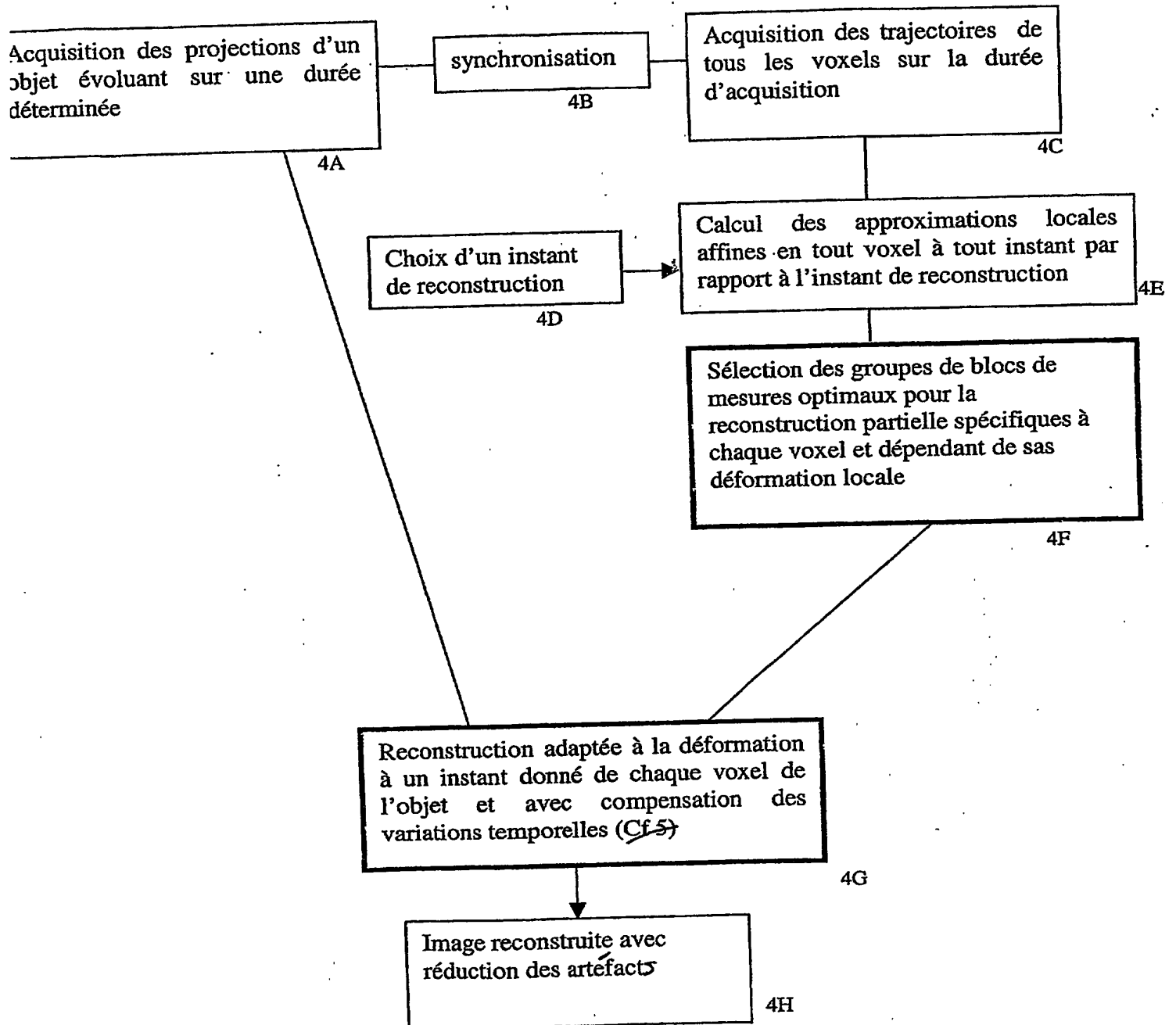
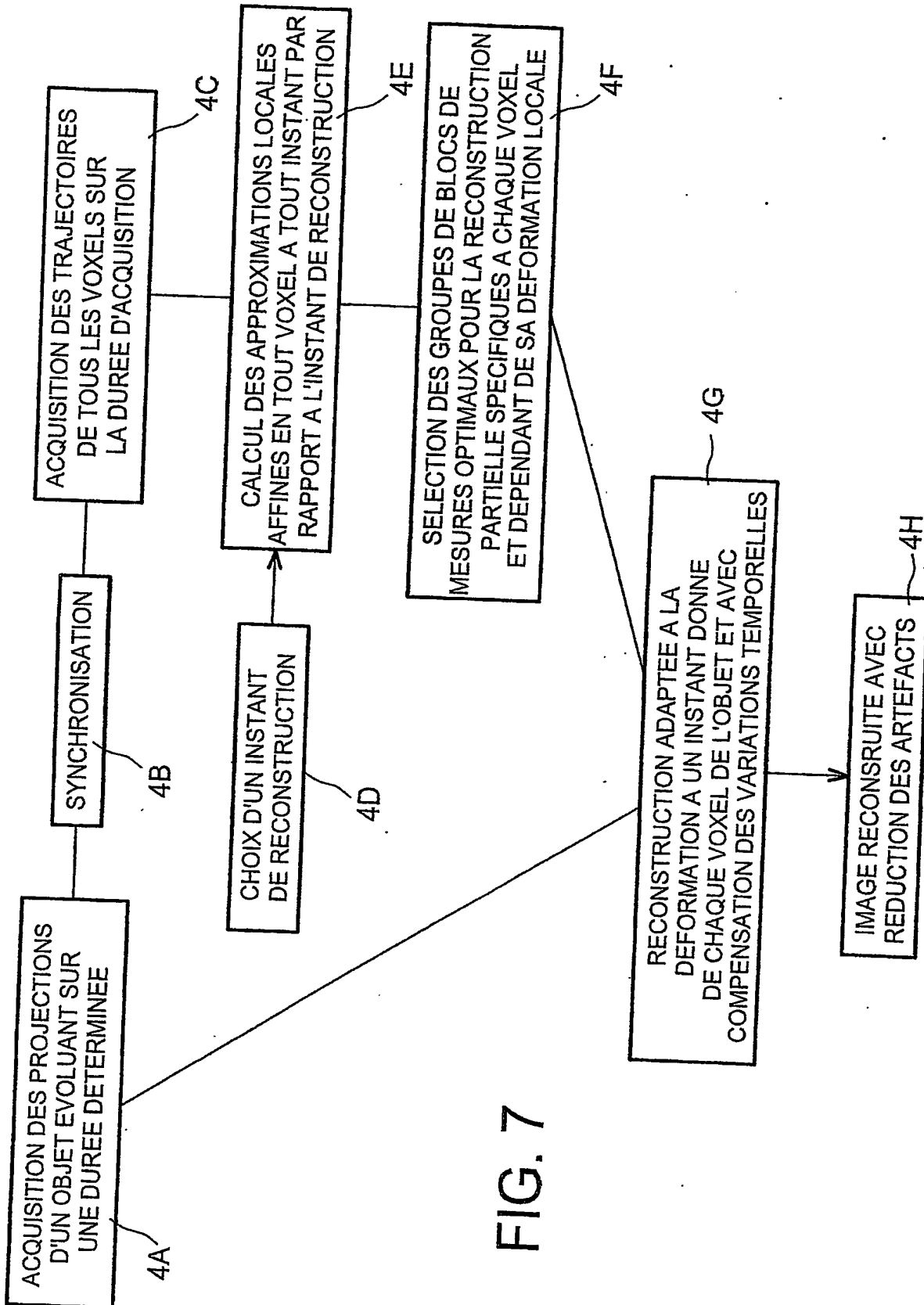


Fig. 7

5 / 6



6 RECONSTRUCTION AVEC COMPENSATION DU MOUVEMENT, COMPENSATION TEMPORELLE ET PRISE EN COMPTE DE LA PERIODICITE DE L'EVOLUTION

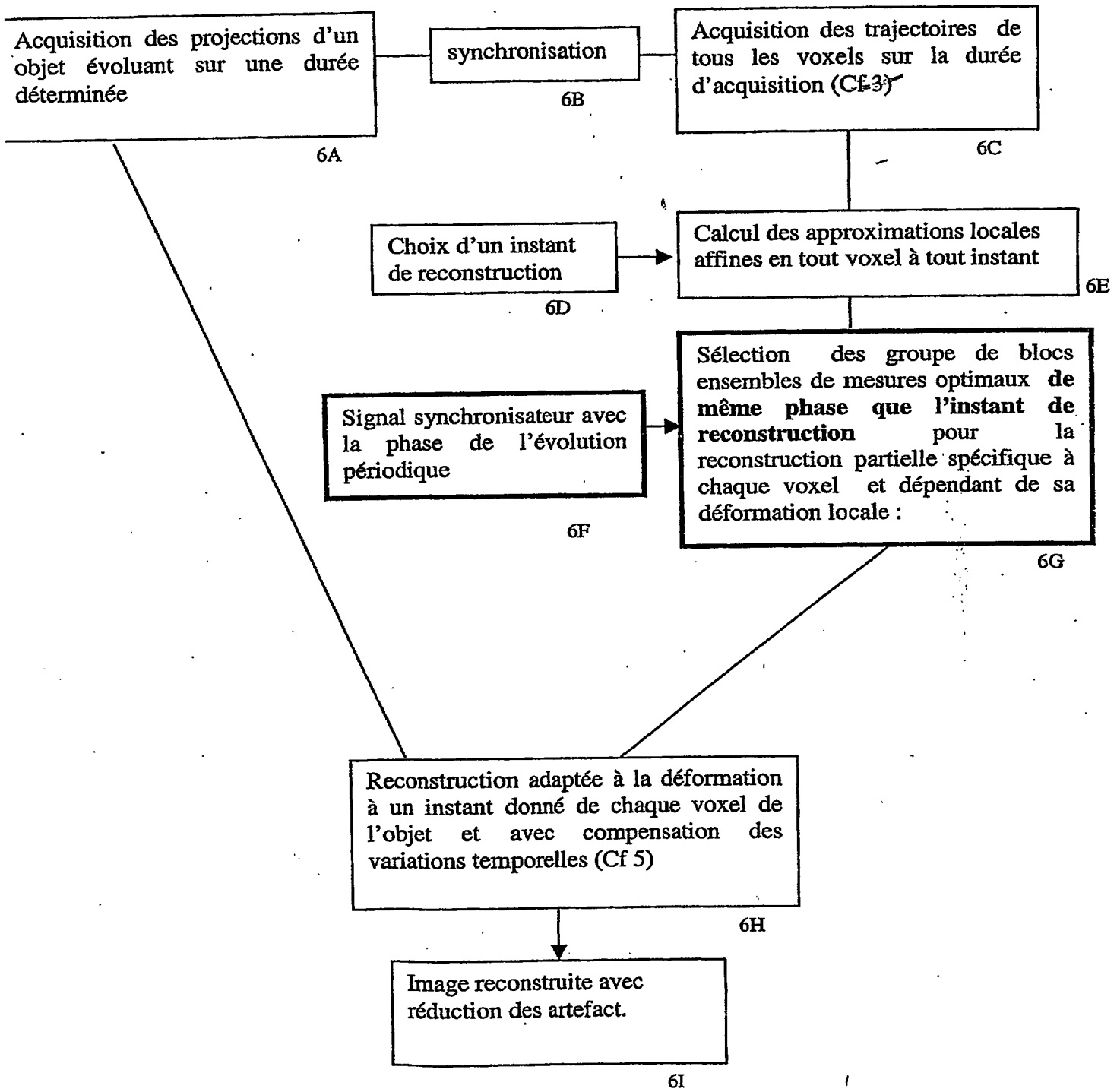
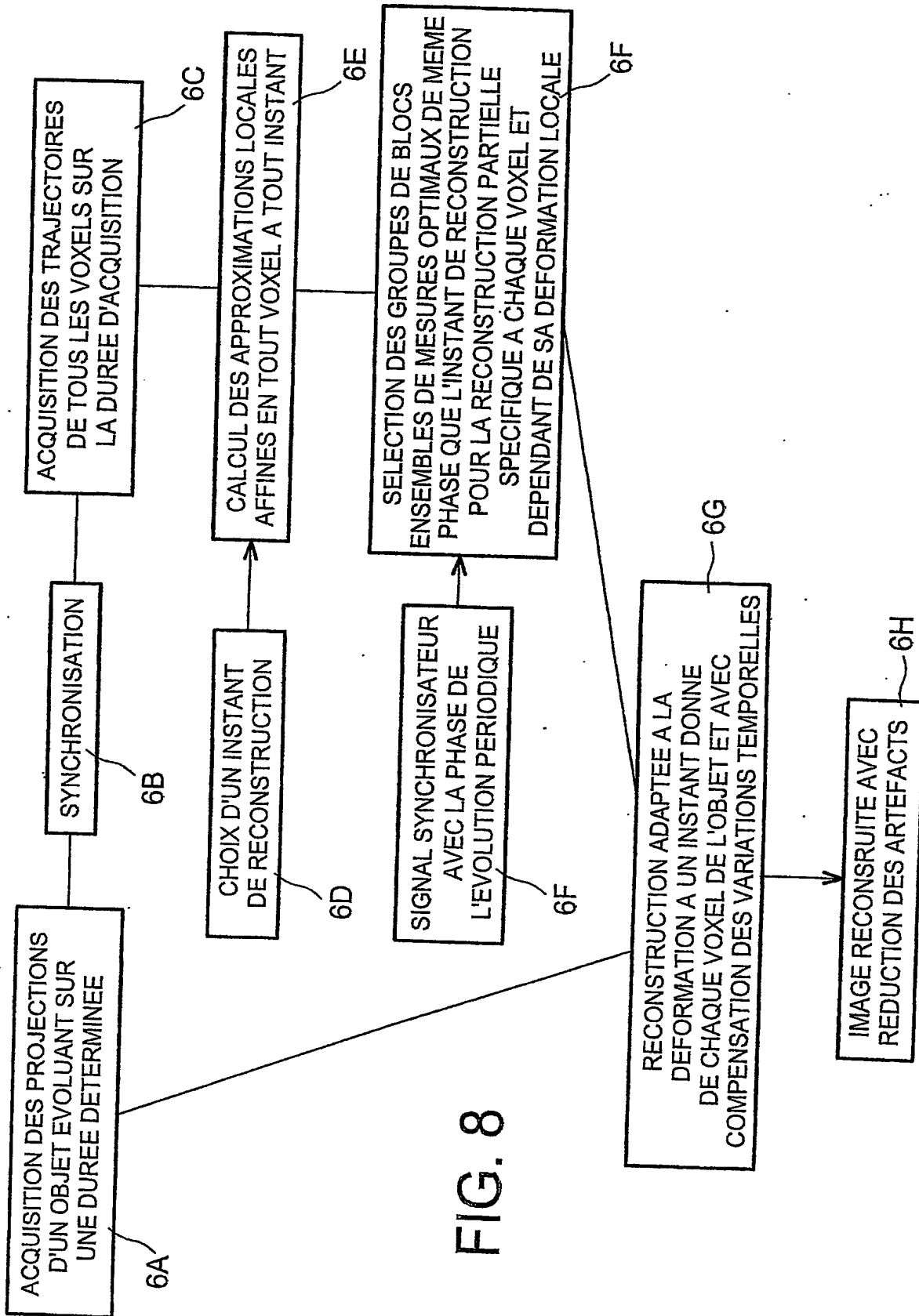


Fig 8

6 / 6



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1../2..

(À fournir dans le cas où les demandeurs et
les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 270601

Vos références pour ce dossier (facultatif)		B 14364.3/JCI
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL		03.07848 DU 27.06.2003
TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum) PROCÉDE DE RECONSTRUCTION D'UNE IMAGE TOMOGRAPHIQUE PAR UNE METHODE ANALYTIQUE COMPRENANT UNE MODELISATION AMELIOREE DU MOUVEMENT DE L'OBJET.		
LE(S) DEMANDEUR(S) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE 31-33 rue de la Fédération 75752 PARIS 15 ème. CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE 3 rue Michel Ange 75794 PARIS CEDEX 16		
DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :		
1	Nom	ROUX
	Prénoms	Sébastien
Adresse	Rue	2 rue de la Distillerie
	Code postal et ville	13 18 14 10 10 SAINT MARTIN D'HERES
Société d'appartenance (facultatif)		
2	Nom	KOENIG
	Prénoms	Anne
Adresse	Rue	90, Allée Pras-Bert
	Code postal et ville	13 18 14 11 10 SAINT MARTIN D'URIAGE
Société d'appartenance (facultatif)		
3	Nom	DESBAT
	Prénoms	Laurent
Adresse	Rue	2, Grand-Rue
	Code postal et ville	13 18 10 10 10 GRENOBLE
Société d'appartenance (facultatif)		
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
DATE ET SIGNATURE(S) DU (DES) DEMANDEUR(S) OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) PARIS LE 23 JUILLET 2003 J. LEHU		

reçue le 23/07/03



BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 2../2..

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 113 @ W / 27

Vos références pour ce dossier (facultatif)	B 14364.3/JCI
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	03.07848 DU 27.06.2003

TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

PROCEDE DE RECONSTRUCTION D'UNE IMAGE TOMOGRAPHIQUE PAR UNE METHODE ANALYTIQUE
COMPRENANT UNE MODELISATION AMELIOREE DU MOUVEMENT DE L'OBJET.

LE(S) DEMANDEUR(S) :

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
31-33 rue de la Fédération
75752 PARIS 15 ème.
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
3 rue Michel Ange
75794 PARIS CEDEX 16

DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :

1	Nom	GRANGEAT	
	Prénoms	Pierre	
Adresse	Rue	133, Allée Vignes du persan	
	Code postal et ville	3 8 3 3 0 SAINT ISMIER	
Société d'appartenance (facultatif)			
2	Nom		
	Prénoms		
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
3	Nom		
	Prénoms		
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			

S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages

DATE ET SIGNATURE(S)
DU (DES) DEMANDEUR(S)
OU DU MANDATAIRE
(Nom et qualité du signataire)

PARIS LE 23 JUILLET 2003
J. LEHU

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.